УДК 635.64:631.526.325:631.524.86 https://doi.org/10.25630/PAV.2020.32.41.007

Изучение коллекции гибридов F_1 томата с генетической устойчивостью к вирусу желтой курчавости листьев томата для пленочных теплиц юга России

Study of a collection of tomato hybrids with genetic resistance to the yellow leaf curl virus in Southern Russia

Гавриш С.Ф., Редичкина Т.А., Буц А.В., Артемьева Г.М.

Аннотация

Дана информация об изучении коллекции гибридов F_1 томата (*Solanum lycopersicum* L.) зарубежной селекции различных фирм-оригинаторов, рекомендованных производителями семян как толерантные к вирусу желтой курчавости листьев томата. Все гибриды обладали комплексом хозяйственно ценных признаков и набором генов устойчивости к основным заболеваниям томата, в том числе к новому для юга России опасному патогену с максимальным потенциальным риском – вирусу желтой курчавости листьев томата (Tomato yellow leaf curl virus — TYLCV). Исследования проведены в 2017-2018 годах в лаборатории пасленовых культур ООО «НИИСОК» и в лаборатории молекулярной диагностики растений ООО «Семеновод». Всего было протестировано 34 гибрида F_1 томата. Гибриды оценивали по совокупности хозяйственно ценных признаков, также проводили молекулярно-генетический анализ на наличие и аллельное состояние основных генов устойчивости: к вирусу табачной мозаики (Tm2a), фузариозному увяданию (I2), вертициллезному увяданию (Ve), к кладоспориозу (Cf9), нематодам (Mi1.2), вирусу бронзовости томата (Sw5), вирусу желтой курчавости листьев томата (Ty3a). Установлено, что все проанализированные гибриды томата с заявленной оригинаторами семян устойчивостью к вирусу желтой курчавости листьев были гетерозиготны по гену Ty3a. На основании проведенных исследований и с учетом требований рынка разработаны модели гибридов F_1 томата юга России. Перспективный гибрид томата должен обладать индетерминантным типом роста с укороченными междоузлиями (4,5-5 см) а также хорошей облиственностью. Плоды томата должны быть с красной равномерной окраской без зеленого пятна у плодоножки, с плоскоокруглой или округлой формой плода и со средней массой 220-270 г. Для повышения транспортабельности томатов необходимо, чтобы плоды отличались высокой прочностью и характеризовались хорошей лежкостью. Урожайность гибрида томата должна быть более 30 кг/м^2, а товарность - не менее 85%. Гибрид томата должен обладать следующим набором генов устойчивости в гетерозиготном состоянии: Ty3a, Mi1.2, Cf-9, а также в гомозиготном состоянии: Tm2a, I2, Ve.

Ключевые слова: томат, модель гибрида, вирусы томата, TYLCV.

Для цитирования: Изучение коллекции гибридов F_1 томата с генетической устойчивостью к вирусу желтой курчавости листьев томата для пленочных теплиц юга России / С.Ф. Гавриш, Т.А. Редичкина, А.В. Буц, Г.М. Артемьева // Картофель и овощи. 2020. №12. С. 30-34. https://doi.org/10.25630/PAV.2020.32.41.007

Gavrish S.F., Redichkina T.A., Buts A.V., Artemyeva G.M.

Abstract

The article provides information on the study of the collection of F_1 tomato hybrids (*Solanum lycopersicum* L.) of foreign breeding from various firms-originators recommended for cultivation in regions with a strong spread of tomato yellow leaf curl virus. All hybrids had a complex of economically valuable traits and a set of genes for resistance to the main diseases of tomato, including a new dangerous pathogen for the South of Russia with a maximum potential risk — the tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). The studies were carried out in 2017-2018 in the Solanaceae Laboratory of LLC NIISOK and in the Molecular Diagnostics Laboratory of Plants of LLC Semenovod. A total of 34 F_1 tomato hybrids were tested. The hybrids were assessed by a set of economically valuable traits. Molecular genetic analysis was also carried out for the presence and allelic state of the main resistance genes: Tomato mosaic virus (Tm2a), Fusarium wilt (I2), Werticillium wilt (Ve), Cladosporium fulvum (Cf9), Nem atodes (Mi1.2), Tomato spotted wilt virus (Sw5), Tomato yellow leaf curl virus (Ty3a). It was found that all the analyzed tomato hybrids with the declared by seed originators resistance to yellow leaf curl virus were heterozygous for the Ty3a gene. Based on the conducted research and taking into account the market requirements, models of F_1 tomato hybrids for protected ground for the South of Russia have been developed. A promising tomato hybrid should have an indeterminate growth type with shortened internodes (4.5-5 cm) and good foliage. Tomato fruits should have a uniform red color without green shoulders, with a flat-round or round shape of the fruit and with an average weight of 220-270 g. To increase the transportability of tomatoes, it is necessary that the fruits are highly firm and characterized by good shelf life. The yield of tomato hybrid should be more than 30 kg/m^2, and marketability should be at least 85%. The tomato hybrid should have the following set of resistance genes in a heterozygous state: Ty3a, Mi1.2, Cf-9, and also in a homozygous state: Tm2a, I2, Ve.

Key words: tomato, hybrid model, tomato viruses, TYLCV.

For citing: Study of a collection of tomato hybrids with genetic resistance to the yellow leaf curl virus in Southern Russia. S.F. Gavrish, T.A. Redichkina, A.V. Buts, G.M. Artemyeva. Potato and vegetables. 2020. No12. Pp. 30-34. https://doi.org/10.25630/PAV.2020.32.41.007 (In Russ.).

Производство отечественных тепличных томатов в РФ в 2019 году достигло 530 тыс. т [1] и, по прогнозам Национального плодоовощного союза, продолжает развиваться высокими темпами [2].

Главным образом оно сосредоточено в южных регионах страны. Наряду с традиционными болезнями, в последние годы производители томата юга России наблюдают пока единичные случаи поражения культуры новым опасным патогеном с максимальным потенциальным риском – бегомовирусом желтой курчавости листьев томата (TYLCV) [3].

Заболевание томатов, вызываемое данным вирусом, впервые было

выявлено в 1960-е годы прошлого века и с тех пор вирус получил широкое распространение в тропических и субтропических регионах мира. В настоящее времяTYLCV занимает третье место в мире среди экономически значимых вирусных патогенов томата [4].

Вирус относится к роду ДНК-содержащих бегомовирусов (Begomovirus), семейство Джеменивирусов (Geminiviridae). Переносчик вируса – белокрылка табачная Trialcurodes [5], Bemisiatabaci [6]. Симптомы поражения включают замедленный рост растений, пожелтение листьев (хлороз), также отмечается карликовость растений и отсутствие завязывания плодов, что приводит к большим потерям урожая [7].

Стратегия защиты томата от вируса желтой курчавости листьев томата включает ряд агротехнических мероприятий, таких как тщательная дезинфекция теплицы и субстрата, своевременные обработки посевных площадей инсектицидными препаратами. Однако наиболее надежным и предпочтительным элементом в интегрированной системе защиты растений является использование генетически устойчивых к заболеванию гибридов – такой подход представляется экологически безопасным и, как правило, экономически более выгодным.

Сегодня созданы коммерческие гибриды томата, несущие в своем геноме гены устойчивости к TYLCV, интродуцированные от дикорастущих видов томата (*S. cheesmaniae, S. chilense, S. habrochaites, S. peruvianum и S. pimpinellifolium*) [8].

Таким образом, одно из главных требований, предъявляемых производителями овощей южных регионов РФ к гибридам томата – это наличие генетической устойчивости к основным патогенам, в том числе – TYLCV.

Цель исследования: сбор и изучение коллекции гибридов F_1 томата зарубежной селекции с заявленной фирмами-оригинаторами генетической устойчивостью к вирусу TYLCV. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: 1) оценить коллекционный материал на наличие генов устойчивости к TYLCV и основным патогенам, 2) оценить коллекционный материал по комплексу хозяйственно ценных признаков, 3) разработать на основании полученных данных перспективные модели гибридов F_1 томата, пригодных для выращивания в пленочных теплицах юга России.

Условия, материалы и методы исследований

Исследования проведены в 2017–2018 годах в лаборатории пасленовых культур ООО «НИИСОК». Всего было изучено 34 коллекционных образца F_1 гибридов томата фирм-оригинаторов: United Genetics, Rijk Zwaan, Syngenta, Semenis, Anamas Tohum, Hazera, Delta Seeds, Gento Tohum, Vilmorin, Yuksel, Fito, De Reuter Seeds, Tokita и др. с заявленной производителями устойчивостью (IR-intermediate resistance) к TYLCV.

Томаты выращивали в пленочных необогреваемых грунтовых теплицах ООО «Семеновод», г. Крымск Крымского района Краснодарского края. Посев проводили во второй декаде марта в кассеты 5×40 с торфяным субстратом, объем ячейки – 120 мл. Для выращивания томатов в весенних пленочных теплицах использовалась 35–40-дневная рассада, которая к моменту высадки в грунт имела высоту 25–28 см, 6–7 настоящих листьев. Высадка в грунт с капельным орошением на постоянное место – в середине апреля в пленочные необогреваемые теплицы Агро-Итал-Сервис А10–500 м^2, высота шпалеры 2,2 м. Опыт закладывали в трех повторностях по 8 растений в рендомизированном порядке. С начала периода плодоношения растений вели учет урожая. Плоды от каждой делянки собирали в отдельный ящик, учитывали такие показатели, как количество плодов (шт), масса (кг) стандартных и нестандартных плодов. К стандартным плодам относили выполненные плоды, имеющие соответствующую массу в соответствии с направлением селекции, без признаков болезней и повреждений.

В процессе вегетации растений отбирали биоматериал (молодые листья) для молекулярно-генетического анализа на наличие и аллельное состояние основных генов устойчивости: к вирусу желтой курчавости листьев томата (код патогена TYLCV, ген устойчивости Ty3a, **рис. 1**), вирусу бронзовости томата (код TSWV, ген устойчивости Sw-5), вирусу мозаики томата (код ToMV, ген устойчивости Tm2a), а также галловым нематодам (код Ma, Mi, Mj, ген устойчивости Mi1.2), бурой пятнистости (кладоспориозу) (код Pf (exFf), ген устойчивости Cf-9), фузариозному увяданию (код Fol, ген устойчивости I2) и вертиселлезному увяданию (код Va, Vd, ген устойчивости Ve) [9].

ПЦР-анализ с определением однонуклеотидных замен в геномной ДНК (SNP – single nucleotide

Таблица 1. Результаты молекулярно-генетического анализа гибридов F_1 томата с устойчивостью к TYLCV на наличие и аллельное состояние генов устойчивости к основным заболеваниям и вредителям

Гибрид	Фирма-оригинатор	Гены устойчивости*						
		Tm2a	Ty3a	Sw-5	Mi1.2	Cf-9	I2	Ve
F_1 Torry	Syngenta	H	H	H	H	H	R	R
F_1 Dafnis	Syngenta	H	H	S	S	H	R	R
F_1 Panda	Gento Tohum	R	H	S	H	S	H	H
F_1 Maximoos	PanDia Seeds	H	H	H	H	S	R	R
F_1 Digdem	Bircan	H	H	S	S	S	H	H
F_1Limyra	Hazera	H	H	S	H	S	R	R
F_1Fenike	Gento Tohum	H	H	S	H	S	H	H
F_1 DRW 7806	De Ruiter Seeds	H	H	H	H	H	R	R
F_1Meyameya	De Ruiter Seeds	H	H	H	H	H	R	R
F_1 TY-1102	Tokita	H	H	S	S	S	H	H
F_1TY-1103	Tokita	H	H	S	S	S	H	H

** H – гетерозигота по изучаемому гену, R – гомозигота по изучаемому гену, S – отсутствие гена устойчивости*

Рис 1. Симптомы поражения вирусом желтой курчавости листьев томата на растениях томата

polymorphism) проводили в лаборатории молекулярной диагностики растений ООО «Семеновод» (г. Крымск) с использованием маркеров, разработанных лабораторией молекулярной диагностики растений ООО «НИИСОК» (г. Москва) [10].

Выделение растительной ДНК проводили согласно CTAB-методу Murray&Thompson [11]. Амплификацию и анализ кривых плавления проводили на приборе фирмы Roche – LightCycler 480 II. В ходе исследования применяли системы гибридизационных зондов (HybProb), которые состояли из двух праймеров и двух зондов Anchor и Sensor, взаимодействующих по FRET. Объем жидкости для проведения одного анализа составлял 10 мкрл: 5 мкрл буфера, содержащего растительную ДНК и 5 мкрл буфера, состоявшего из химических реагентов: $MgCl_2$, dNTP, 10 x Taq Buffer, Dream Taq DNA Polymerase, два олигонуклеотидных праймера и два флуоресцентных зонда. Условия проведения реакции следующие: денатурация 95 °С в течение 10 мин; амплификация (95 °С –10 с; 62 °С –15 с; 72 °С – 5 с) в течение 50 циклов; плавление 95 °С – 1 мин; 42 °С – 1 мин, далее повышение температуры до 95 °С со снятием флуоресценции каждые 0,01 градуса.

Результатом эксперимента был график кривых плавления с ярко выраженными пиками, при сравнении с контрольными образцами проводили анализ полученных сигнатур. Пик расплава для устойчивой аллели (R) располагается на 54 °С (градусах) (зеленый цвет), пик расплава для неустойчивой аллели (S) находится на 64 °С (градусах) (красный цвет), сочетание обоих пиков расплава на 54 °С и 64 °С (синий цвет) соответствует гетерозиготе между аллелями H **(рис. 2)**.

Наличие в генотипе двух доминантных генов устойчивости отмечали буквой R, гетерозиготные формы – H, отсутствие гена устойчивости – S.

Результаты исследований

В ходе исследований был проведен молекулярно-генетический анализ гибридов томата иностранной селекции на наличие и аллельное состояние генов устойчивости к основным болезням и вредителям. Результаты приведены в **таблице 1.**

На основании данных **таблицы 1** можно сделать вывод о предпочтительности в генотипе гибридов F_1 гетерозиготного состояния некоторых генов устойчивости (например, Ty3a, Sw5). Предположительно, такое положение позволяет смягчить плейотропные эффекты генов устойчивости, которые могут негативно отражаться на продуктивности растений.

Как показали результаты исследований, все проанализированные F_1 гибриды томата с заявленной оригинаторами устойчивостью к TYLCV (IR) характеризовались наличием одной доминантной аллели гена Ty-3a в генотипе. Ген устойчивости к вирусу бронзовости томата Sw-5 был обнаружен лишь у 27% проанализированных гибридов, также в гетерозиготном состоянии, за исключением образца DRW7806 (De Ruiter Seeds). Ген устойчивости к вирусу мозаики томата Tm2a был обнаружен у всех протестированных гибридов, в 90% генотипов он находился в гетерозиготном состоянии. Ген устойчивости к нематодам Mi-1.2 определяли у 63% из протестированных гибридов томата исключительно в гетерозиготном состоянии. Ген устойчивости к бурой пятнистости (кладоспориозу) Cf-9 идентифицировали только у 36% F_1 гибридов томата в гетерозиготном состоянии. Гены устойчивости к вертицеллезному увяданию (Ve) и фузариозному увяданию (I2) были обнаружены в генотипах всех протестирован-

Таблица 2. Результаты учета урожая выделившихся F_1 гибридов томата иностранной селекции с устойчивостью к TYLCV (ООО «Семеновод», г. Крымск, 2017–2018 года)

Гибрид	Фирма-оригинатор	Урожайность, кг/м²		Товарность,%	Средняя масса плода, г
		Ранняя (за один месяц)	общая		
F_1Maximoos	Pan Dia Seeds	11,9	15,3	91	160
F_1Meyameya	De Ruiter Seeds	11,5	13,7	85	380
F_1Torry	Syngenta	8,5	13,4	77	150
F_1Panda	Gento Tohum	10,0	13,3	80	240
F_1Fenike	Gento Tohum	9,3	11,6	64	110
F_1DRW 7806	De Ruiter Seeds	8,8	11,6	63	90
F_1Dafnis	Syngenta	8,9	10,9	83	200
F_1Digdem	Bircan	7,1	10,0	56	80
F_1TY-1102	Tokita	4,9	8,8	42	170
F_1TY-1103	Tokita	4,5	8,3	49	200
F_1Limyra	Hazera	3,4	7,2	61	120
$НСР_{095}$		2,6	3,3	11	24

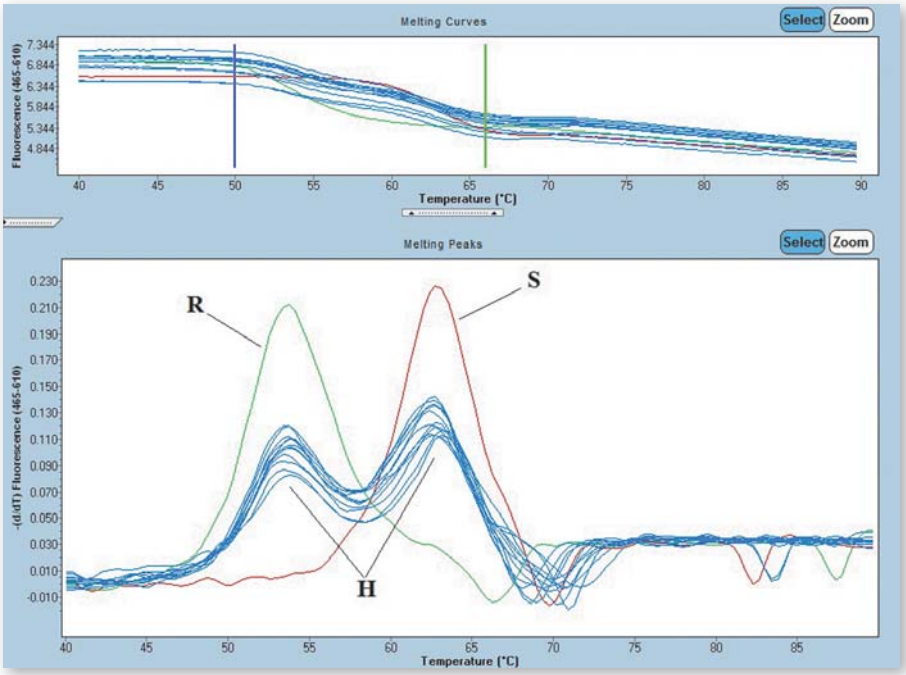

Рис 2. Melting curve analysis с маркерной системой Fret 33 на коллекционных образцах томата – L. esculentum. Пик расплава для устойчивой аллели (R) располагается на 540 С (градусах) (зеленый цвет), пик расплава для неустойчивой аллели (S) находится на 640 С (градусах) (красный цвет), сочетание обоих пиков расплава на 540С и 640С (синий цвет) соответствует гетерозиготе между аллелями Н.

ных F_1 гибридов томата. В генотипах 27% протестированных образцов данные гены находили в гетерозиготном, а у 73% проанализированных гибридов – в гомозиготном состоянии.

F_1 гибриды томата Meyameya (De Ruiter Seeds), DRW 7806 (De Ruiter Seeds) и Torry (Syngenta) обнаружили наличие в геноме генов устойчивости ко всем проанализированным заболеваниям в разном аллельном состоянии.

Таким образом, показано, что достаточным условием защиты томата от вируса желтой курчавости листьев (TYLCV) является наличие в генотипе F_1 гибрида томата гена Ty-3a в гетерозиготном состоянии.

Изучаемые в работе коллекционные F_1 гибриды томата были проанализированы также по совокупности хозяйственно ценных признаков, проведен отбор лучших генотипов и сделан учет урожая выделившихся гибридов. Результаты исследований представлены в **таблице 2.**

Как показал анализ, урожайность изучаемых F_1 гибридов томатов варьировала в достаточно широком диапазоне от 7,2 до 15,4 кг/м², масса плода – в пределах от 80 до 380 г. Самым крупноплодным оказался F_1 Meyameya (De Ruiter Seeds) с массой плода 380 г.

Гибриды были условно разбиты по направлениям селекции: среднеплодные гибриды (60% коллекции); крупноплодные (25%) и кистевые гибриды томата (15%). Наиболее урожайными оказались гибриды F_1 Torry (Syngenta) – 13,4 кг/м², F_1 Meyameya

Таблица 3. Перспективные модели гибридов томата для пленочных теплиц юга России

Признак	Характеристика		
	крупноплодные томаты	среднеплодные томаты	кистевые томаты
Масса плода, г	250–300	160–200	120–150
Урожайность, кг/м²	28–30	30	35
Тип роста	индетерминантный, со сближенными междоузлиями		
Сила роста	полувегетативный		
Габитус	закрытый, сильно облиственный		
Высота междоузлия, см	4,5–5		
Срок созревания	средний	ранний, средний	ранний
Тип соцветия	простое	простое	простое, двустороннее
Число цветков в соцветии, шт	5–6	7–9	14–16
Число плодоносящих соцветий, шт	10–12		
Форма плода	округлая, плоскоокруглая	округлая	округлая
Окраска плода	ярко-красная, равномерная		
Наличие зеленого пятна	нет или размытое	отсутствует	
Однородность плодов	не менее 70% плодов с массой, указанной выше		
Прочность плодов	высокая		
Способ уборки	с чашелистиком		соцветиями
Наличие сочленения	есть		нет
Размер места прикрепления плодоножки	не более 15% от диаметра плода и без зон опробковения		
Размер пестичного рубца	не более 4 мм	не более 1–2 мм	отсутствие
Наличие генетической устойчивости к патогенам	к вирусу желтой курчавости листьев томата, вирусу мозаики томата, бронзовости, кладоспориозу, фузариозному увяданию, вертицеллезному увяданию, галловым нематодам		

(De Ruiter Seeds) – 13,7 кг/м², F_1 Maximoos (PanDiaSeeds) – 15,4 кг/м² и F_1 Panda (Gento) – 13,3 кг/м².

По результатам изучения коллекции коммерческих F_1 гибридов томата, устойчивых к вирусу желтой курчавости листьев (TYLCV), для селекционной работы были отобраны генотипы, сочетающие генетическую устойчивость к ряду основных заболеваний томата с наличием хозяйственно ценных признаков.

На основании проведенного анализа на наличие генов устойчивости к основным патогенам, а также изучения основных хозяйственно ценных признаков протестированных гибридов, были разработаны перспективные модели гибридов томата для защищенного грунта юга России, представленные в **таблице 3.**

Выводы

Как показали результаты проведенных исследований, достаточным условием для защиты растений томата от вируса желтой курчавости листьев (TYLCV) является наличие в генотипе гибрида гена Ty3a в гетерозиготном состоянии.

На основании анализа полученных данных разработана модель высокоурожайного гибрида томата для пленочных теплиц юга России. Гибрид должен обладать следующими признаками: полувегетативный тип роста со сближенными междоузлиями, раннего и среднего срока созревания, простой тип соцветия с 5–6 плодами для крупноплодных, с 7–9 для среднеплодных гибридов и с 14–16 для кистевых; со средней массой плода 300 г для крупноплодных и 160 г для среднеплодных; 120–150 г для кистевых. Необходима высокая прочность плодов, подходящих для транспортировки на дальние расстояния. В генотипе современной модели томата для пленочных теплиц юга России необходимо наличие комплекса генов устойчивости к основным патогенам (вирусу мозаики томата, к вирусу желтой курчавости листьев томата, к бронзовости, к кладоспориозу, фузариозному и вертициллезному увяданиям, а также к галловым нематодам) актуальным для пленочных теплиц юга России.

Библиографический список

1.Финмаркет [Электронный ресурс] URL: http://www.finmarket.ru/news/5149005 Дата обращения: 05.11.2020.

2.Агротрейдинговая платформа Prod.Center [Электронный ресурс] URL: https://www.prod.center/news/tag/2/11579-sebestoimost-proizvodstva-tomatov Дата обращения: 05.11.2020.

3.Игнатов А.Н., Гриценко В.В., Джалилов Ф. С.-У. Риски распространения в Российской Федерации новых вирусных болезней томата // Картофель и овощи. 2020. №5. С. 3–10.

4.Джалилов Ф.С., Ахатов Е.А. Защита томата от болезней // Картофель и овощи. 2014. №5. С. 13–15.

5.Rataul Y.S., Brar J.S. Status of tomato leaf curl virus research in India // Trop. Sci. 1989. 29. №2. Pp. 111–118.

6.Pilowski M., Cohen S. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum* // Plant Disease. 1990. №3. Pp. 248–250.

7.Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. Scholthof K.B.G., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E. et al. Molecular Plant Pathology. 2011. №12. Pp. 938–954.

8.The heat-stable root-knot nematode resistance gene mi-9 from *Lycopersicon peruvianum* is localized on the short arm of chromosome 6. Ammiraju J.S., Veremis J.C., Huang X., Roberts P.A., Kaloshian I. Theor. Appl. Genet., 2003, 106(3), Pp. 478–484.

9.Ag-Biotech, Inc. [Электронный ресурс] URL: https://agbiotech.net/dna-markers/ Дата обращения: 06.11.2020.

10.Буц А.В., Будылин М.В. Маркер-опосредованная селекция как инструмент ускорения селекционного процесса овощных и бахчевых культур // Инновационные методы селекции овощных культур. Научная конференция НИИОЗГ. Крымск, 2017. С. 22–23.

11.Murray M.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA // Nucleic Acids Res.1980. №8. Pp. 4321–4325.

References

1.Finmarket [Web resource] URL: http://www.finmarket.ru/news/5149005. Date of access: 05.11.2020 (In Russ.).

2.Agrotreidingovaya platforma Prod.Center [Web resource] URL: https://www.prod.center/news/tag/2/11579-sebestoimost-proizvodstva-tomatov. Date of access: 05.11.2020 (In Russ.).

3.Ignatov A.N., Gritsenko V.V., Dzhalilov F.S.-U. Risks of spreading new tomato virus diseases in the Russian Federation. Potato and vegetables. 2020. No5. Pp. 3–10 (In Russ.).

4.Jalilov F. S., Akhatov E. A. Protection of tomato against diseases. Potato and vegetables. 2014. No5. Pp. 13–15 (In Russ.).

5.Rataul Y.S., Brar J.S. Status of tomato leaf curl virus research in India // Trop. Sci. 1989. 29. No2. Pp. 111–118.

6.Pilowski M., Cohen S. Tolerance to tomato yellow leaf curl virus derived from *Lycopersicon peruvianum*. Plant Disease. 1990. No3. Pp. 248–250.

7.Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. Scholthof K.B.G., Adkins S., Czosnek H., Palukaitis P., Jacquot E. et al. Molecular Plant Pathology. 2011. No12. Pp. 938–954.

8.The heat-stable root-knot nematode resistance gene mi-9 from *Lycopersicon peruvianumis* localized on the short arm of chromosome 6. Ammiraju J.S., Veremis J.C., Huang X., Roberts P.A., Kaloshian I. Theor. Appl. Genet. 2003. 106(3). Pp. 478-484.

9.Ag-Biotech, Inc. [Web resource] URL: https://agbiotech.net/dna-markers. Access date: 06.11.2020.

10.Buts A.V., Budylin M.V Marker-mediated selection as a tool for accelerating the selection process of vegetable and melon crops. Innovative methods of vegetable crop selection. Scientific conference NIIOZG. Krymsk. 2017. Pp. 22-23 (In Russ.)

11.Murray M.G., Thompson W.F. Rapid isolation of high-molecular-weight plant DNA. Nucleic Acids Res.1980. No8. Pp. 4321–4325.

Об авторах

Гавриш Сергей Федорович, доктор с.-х. наук, профессор, в.н.с. лаборатории пасленовых культур, ООО «НИИСОК». Тел: +7 (499) 551-54-00. E-mail: gavrish@gavrish.ru

Редичкина Татьяна Александровна, канд. с.-х. наук, н.с. лаборатории пасленовых культур, ООО «НИИСОК». Тел: +7 (499) 551-54-00. E-mail: redichkina@gavrish.ru

Артемьева Галина Михайловна, канд. биол. наук, н.с. лаборатории пасленовых культур, ООО «НИИСОК». Тел: +7 (499) 551-54-00. E-mail: artemova@gavrish.ru

Буц Алексей Валерьевич, заведующий лабораторией молекулярной диагностики растений, ООО «Семеновод». E-mail: coloney-alex@mail.ru

Authors details

Gavrish S.F., D.Sci. (Agr.), professor, leading research fellow of the Solanaceae Laboratory of LLC NIISOK. Phone: +7 (499) 551-54-00. E-mail: gavrish@gavrish.ru

Redichkina T.A., Cand. Sci. (Agr.), research fellow of the Solanaceae Laboratory of LLC NIISOK. Phone: +7 (499) 551-54-00. E-mail: redichkina@gavrish.ru

Artemyeva G.M., Cand. Sci. (Biol.), research fellow of the Solanaceae Laboratory of LLC NIISOK. Phone: +7 (499) 551-54-00. E-mail: artemieva@gavrish.ru

Buts A.V., head of the laboratory of molecular diagnostics of plants, LLC «Semenovod». E-mail: coloney-alex@mail.ru